Gedruckt auf Kosten des Jerome und Margaret Stonborough-Fonds

Klimatologische Analysis der Terra rossa-Bildung

Von

Fritz Kerner-Marilaun

k. M. d. Akad. d. Wiss.

(Mit 1 Textfigur)

(Vorgelegt in der Sitzung am 7. Juni 1923)

Lang's Regenfaktor drückt aus, daß sich die Verwitterungsböden als Produkte des zonalen Klimas in eine stetige Reihe ordnen, derart, daß z. B. der Begriff Roterde eine Kette von klimatogenetisch abgestuften Übergangsgliedern zwischen den Braunerden und den Halbwüstenböden umfaßt. Die klimabürtige Abstufung erwächst hier aus dem Umstande, daß im Gebiete des Mittelmeeres (im großen Durchschnitt) die jährliche Regenmenge mit dem Steigen der mittleren Jahrestemperatur sinkt. Einer Abnahme der ersteren auf die Hälfte bei Anstieg der letzteren auf das Anderthalbfache in der Richtung von N nach SO entspricht schon eine Verminderung des Regenfaktors auf ein Drittel. Einer solchen Wertänderung muß, sofern die sich ändernde klimatische Größe als Charakteristikon des genannten Eluvialgebildes eine reale Bedeutung hat, auch ein Wechsel in der Beschaffenheit dieses Gebildes entsprechen.

Reihenanalysen von Roterde quer durch den ganzen mediterranen Gürtel, die einen solchen Wechsel als Effekt der Änderung des Quotienten $R : T$ aufzeigen würden, liegen wohl nicht vor. Ihrem Aussehen nach möchte man die Terra rossa eher als eine im wesentlichen e i n h e i t l i c h e Bodenbildung ansehen, die innerhalb ihres Verbreitungsgebietes qualitativ nur wenig schwankt und an dessen Grenzen verhältnismäßig rasch den Böden der Nachbargebiete weicht. Sie wiese dann eine Analogie mit der an sie geknüpften Macchienvegetation auf, welche sich auch im ganzen Mittelmeerbecken ein im wesentlichen e i n h e i t l i c h e s Gepräge bewahrt und an dessen Rändern rasch den Pflanzenformationen der umgebenden Länder Platz macht. Wenn dem so ist, so muß das klimatische Kennzeichen der Terra rossa eine Größe sein, die sich im Bereiche des Mittelmeeres der Konstanz nähert und an dessen Grenzen einen raschen Wertabfall erfährt.

Als einfachste, diese Bedingungen einigermaßen erfüllende Größe erhält man das Produkt aus der Jahresmenge des Regens und dem Jahresmittel der Wärme, sofern man erstere mit dem Exponenten $e = 1/2$ versieht. Es wird dies durch die große örtliche Veränderlichkeit der Niederschlagssummen erfordert und entspricht dem gegebenen Sachverhalt, indem ein mit wachsender Menge sich steigernder Anteil des Regens durch raschen ober- oder (im Karst) unterirdischen Abfluß dem Boden entzogen bleibt. Man findet so beispielsweise folgende Werte, denen die des »Regenfaktors« beigesetzt seien. Zur besseren Vergleichbarkeit sind die Produkte $\sqrt{R_j}\, T_j$ durch 10 dividiert.

	$R_j : T_j$	$\sqrt{R_j}\, T_j$		$R_j : T_j$	$\sqrt{R_j}\, T_j$
Ragusa	90·9	63·9	Palermo	43·7	47·6
Genua	84·8	56·3	Patras	37·7	48·4
Triest	81·8	43·9	Canea	35·4	45·1
Korfu	74·2	64·3	Girgenti	30·7	37·8
Lussin	65·5	49·0	Kyrenia	27·3	46·4
Nizza	57·1	43·9	Athen	22·2	34·9
Neapel	52·6	45·6	Santorin	20·8	33·1
Lesina	49·0	46·1	Larnaca	17·9	37·6

Der größte Wert des Produktes $\sqrt{R_j}\, T_j$ beträgt da noch nicht ganz das Doppelte des kleinsten, während sich die extremen Werte des Regenfaktors wie 5 : 1 verhalten. Schließt man in der Reihe des Produktes die drei größten und die zwei kleinsten Werte aus, so ergibt sich für die Endglieder der Restreihe schon das Verhältnis 4 : 3, während bei dem Regenfaktor das entsprechende Verhältnis noch $4^1/_2$: 1 bleibt.

Der Ausdruck $\sqrt{R_j} \cdot T_j$ kann aber nicht befriedigen, da er sich auch $\sqrt{R_W + R_S}\, (T_W + T_S) : 2$ schreiben läßt (die Indizes W und S bedeuten Winter- und Sommerhalbjahr) und dies besagen würde, daß die Terra rossa-Bildung innerhalb des Spielraumes der Werte von R_j und T_j im Mittelmeerbecken von der jährlichen Verteilung des Niederschlages und von der jährlichen Wärmeamplitude unabhängig wäre. Die für die Roterde gefundenen Bildungsbedingungen würden — innerhalb jenes Spielraumes — sich auch in ozeanischen und in kontinentalen Klimaten erfüllen und so für jene Erde nicht kennzeichnend sein.

Es zeigen sich da z. B. folgende Übereinstimmungen trotz großer Ungleichheit der Temperatur des kältesten Monates t und

der relativen Regenmenge des Sommers r, zweier Größen, die zur Kennzeichnung von Klimaten sehr geeignet sind.

	$\sqrt{R_j T_j}$	t	r		$\sqrt{R_j T_j}$	t	r
Philadelphia....	385	— 0·1	28·7	Tunis.........	382	9·8	7·5
Washington.. .	416	0·5	28·9	Malta.........	413	11·9	1·5
Indianopolis ...	378	— 2·1	28·4	Girgenti	378	9·2	2·7
Luisville.......	464	1·3	26·7	Kyrenia	464	11·9	0·7
St. Louis......	405	— 0·6	30·2	Tripolis	401	11·7	0·7
Kairo (Ohio) ...	460	1·6	24·9	Lesina	461	8·6	12·0
Huokiu........	451	1·2	38	Bizerta........	453	10·6	3·7
Tschöngtu	510	6·6	40	Algier.........	506	11·9	3·1

Man sieht, daß sich für Orte in den östlichen Unionsstaaten mit bis zum Frostpunkte hinabsteigenden Monatstemperaturen und etwas über dem Mittel stehendem Sommerregenfall sowie für Orte mit kontinentalem Klima im südlichen China dieselben Werte von $\sqrt{R_j}\,T_j$ ergeben, wie für Stationen mit scharf ausgeprägtem Mittelmeerklima. Die Jahresmittel und Jahressummen der klimatischen Faktoren sind so zur näheren Kennzeichnung von Böden ganz ungeeignet; man muß die Halbjahreswerte in Betracht ziehen.

Pedoklimatische Analysis.

Das Suchen nach einem klimatischen Kennzeichenwert kann durch bloße Betrachtung des Roterdeklimas oder durch Analyse der klimatischen Bildungsbedingungen der Terra rossa erfolgen. Unter der (später auf ihre Zulässigkeit zu prüfenden) Voraussetzung, daß die mediterrane Roterde eine harmonische Bodenbildung ist, sind als ihre optimalen Bildungsbedingungen zu erkennen: Möglichst gesteigerter Regenfall bei weitestgehender Zusammendrängung desselben auf die kühlere Jahreszeit in Verbindung mit einem Höchstmaß von Wärme bei großer Temperaturschwankung.

Man hat dann

$$\sqrt{R_j \frac{R_W}{R_j} \cdot T_j \frac{T_S}{T_j}} = \sqrt{R_W}\, T_S$$

Als Schwellenwert erhält man hier (siehe die Tabellen) ungefähr 4·1, d. h. die klimatischen Bildungsbedingungen der mediterranen Roterde sind durch den Ausdruck $\sqrt{R_W}\, T_S > 4{\cdot}1$ gegeben.

Die Temperatur der wärmeren Jahreszeit steigt von Norden her gegen den Mittelmeergürtel hin mäßig rasch, dann quer über ihn hin nur allmählich an, um dann wieder ein wenig schneller zu

wachsen. Die Regenmenge der kühleren Jahreszeit nimmt — im großen Durchschnitt — gegen den Nordrand des Mittelmeerbeckens hin rasch zu, um sich dann bis zu dessen Südrand nur langsam und jenseits desselben rasch zu verringern. So kommt es, daß aus beiden Faktoren im Mittelmeerbereiche ein der Konstanz sich näherndes Produkt erwächst, nord- und südwärts davon aber ihr Produkt weit hinter seinen mediterranen Werten zurückbleibt; im Norden wegen Verringerung beider Faktoren, im Süden wegen jähen Abfalles des zweiten (in der Formel ersten). Dieser muß aus den schon oben angeführten Gründen ein Wurzelausdruck — am nächstliegenden die Quadratwurzel — der Regenmenge sein. Diese Menge durch eine örtlich weniger schwankende und dann in ihren vollen Werten einführbare Größe wie die relative Regenmenge oder die relative Feuchtigkeit zu ersetzen, ginge nicht an, da im vorliegenden Falle gerade das atmosphärische Wasser als solches bedeutsam ist.

Als allgemeiner Ausdruck der klimatischen Bedingtheit einer Bodenart ergibt sich der Quotient

$$\frac{A_a \,.\, Z_z}{A_z \,.\, Z_a}$$

in welchem A_a die ihre Bildung fördernden, Z_z die ihre Zerstörung hemmenden, A_z die ihre Bildung hemmenden und Z_a die ihre Zerstörung fördernden Einflüsse bedeuten. Sucht man eine Verteilung dieser vier Rollen auf die Halbjahreswerte von Regen und Luftwärme vorzunehmen, so zeigt sich, daß alle diese vier Größen für die Roterdebildung günstig und zugleich nachteilig sind und es hängt dann vom Verhältnisse dieser Gegenwirkungen zueinander ab, ob die betreffende Größe nur im Zähler oder Nenner des pedoklimatischen Quotienten zu verbleiben hat oder ganz aus ihm schwinden soll. Es ist dann aber noch zu erwägen, ob sich dieses Wirkungsverhältnis bei wachsenden Werten von R_W und R_S gleich bleibt oder verschiebt.

Der Niederschlag ist für die Roterdebildung fördernd, indem er die Kalkauflösung, bei Feldspat führenden Silikaten die zur Hydratisierung nötige Wasseraufnahme bedingt, er ist zerstörungsfördernd insofern er als Bodenbefeuchter die Erhaltung des Humus begünstigt; die Luftwärme ist bildungshemmend, indem sie das atmosphärische Wasser vorzeitig zur Verdunstung bringt, zerstörungshemmend insofern sie auf den Humus zersetzend wirkt. Die Kalkauflösung (und Hydratisierung) muß im Winter, wenn der atmosphärische Niederschlag, vorwiegend als Dauerregen fallend, dem Boden mehr zugute kommt und die Verdunstung abgeschwächt ist, energischer sein als im Sommer, wenn das Regenwasser, mehr in Güssen fallend, rascher ober- oder (im Karst) unterirdisch abläuft und die Verdunstung gesteigert ist. Ein sommerlicher Mehrverbrauch von Wasser seitens der Pflanzen, wie er in sommergrünen Fluren eine große Rolle spielt, dürfte im Gebiete der Macchien nicht viel in Betracht

kommen. Für die Zersetzung des Humus wird der Regen im Sommer, wenn die hohe Boden- und Luftwärme sie fördern könnten, störender sein, als im Winter bei niedriger Temperatur.

So wird beim Regen im Winter die günstige Wirkung verhältnismäßig groß, die ungünstige relativ klein, im Sommer dagegen die erstere vergleichsweise klein, die letztere aber relativ groß sein. Dies kann sich in den absoluten Werten im Winter in einem Überwiegen der bildungsfördernden Wirkung, im Sommer in einer Kompensation der günstigen durch die nachteiligen Einflüsse ausdrücken. Es könnte aber sein, daß sich jener winterliche Überschuß von A_a über Z_a mit wachsenden Werten von R_W allmählich verringert. Vielleicht würde dies die Erscheinung erklären helfen, daß an Orten mit großen Regenmengen die Bildungsbedingungen für Roterde nicht wesentlich gesteigerte zu sein scheinen (gleiche Sommerwärme vorausgesetzt). So wird man die Terra rossa bei Ragusa ($R_j = 1500$) und Budua ($R_j = 1400$) kaum anders als bei Lesina ($R_j = 800$) und Sebenico ($R_j = 800$) entwickelt sehen.

Die Verdunstung mag sich trotz ihrer Zunahme im Sommer bei der Roterdebildung im Winter insofern ungünstiger geltend machen, als dann durch sie der Hauptteil des Niederschlages betroffen wird. Die Humuszersetzung muß dagegen im Sommer, wenn sich die Wärme mit Trockenheit kombiniert, lebhafter sein als im Winter. So wird bei der Temperatur im Sommer die günstige Wirkung relativ groß, die nachteilige vergleichsweise klein sein, im Winter sich aber der umgekehrte Sachverhalt einstellen. Hieraus kann dann in den absoluten Werten im Winter eine Ausgleichung der einander entgegengesetzten Einflüsse, im Sommer aber ein Überwiegen der für die Roterdebildung günstigen resultieren.

Durch Zeichen drücken sich diese Verhältnisse folgendermaßen aus:

$$\underbrace{\overbrace{\begin{matrix} R_W > R_S \\ T_W > T_S \end{matrix}}^{A_a}}_{A_z} \qquad\qquad \underbrace{\overbrace{\begin{matrix} T_W < T_S \\ R_W < R_S \end{matrix}}^{Z_z}}_{Z_a}$$

$$A_a \left\{ \begin{matrix} R_W > R_W \\ R_S = R_S \end{matrix} \right\} Z_a \qquad\qquad A_z \left\{ \begin{matrix} T_S < T_S \\ T_W = T_W \end{matrix} \right\} Z_z$$

$$\overbrace{R_W\, T_S}^{A_a\, Z_z} > \overbrace{R_W\, T_S}^{Z_a\, A_z} \qquad\qquad \overbrace{R_S\, T_W}^{A_a\, Z_z} = \overbrace{R_S\, T_W}^{Z_a\, A_z}$$

Die gleich großen Einflüsse heben sich auf und es resultiert nur ein Überwiegen der günstigen Wirkungen von Winterregenmenge und Sommertemperatur. So scheint es, daß die Terra rossa-Bildung in klimatischer Hinsicht in der Hauptsache doch nur von

der Gestaltung des Produktes $R_W{}^e T_S$, wobei $e \gtreqless {}^1/_2$ zu setzen ist, abhängig sei.

So wird die vorhin auf empirischem Wege gewonnene Anschauung durch eine Analyse der klimatischen Bildungsbedingungen der Terra rossa gestützt. Dafür, daß sich bei den Größen T_W und R_S die für die Roterdebildung günstigen und ungünstigen Einflüsse ungefähr die Wage halten, spricht es, daß der Quotient $\frac{\sqrt{R_W}\, T_S}{T_W \sqrt{R_S}}$ innerhalb des Mittelmeerbeckens veränderlicher ist als sein Zähler und daß er jenseits der Beckenränder, im Wüsten- und Braunerdegürtel noch ansteigt. Man könnte zwar die klimatische Kennzeichnung eines Bodens durch einen Schwellenwert, der unterschritten werden muß, versuchen. Dann würde es sich aber um die Aufzeigung der die Bodenbildung störenden Einflüsse handeln.

Rechnerische Überprüfung.

Zur rechnerischen Verfolgung der im vorigen gemachten Annahmen boten die Tabellen in der dritten Auflage von Hann's Klimatologie reichen Stoff. Fallweise ließ er sich durch aus anderen Quellen geschöpften ergänzen. Es empfahl sich, Halbjahrswerte von R und T zu bestimmen. Es beinhaltet dies wohl die Vorstellung, daß sich die Wirkungen von R und T im Jahreslaufe zweimal in ihr Gegenteil umkehren, ohne daß — wie dies bei dem Wechsel des Vorzeichens der Temperaturdifferenz zwischen Land und Meer der Fall — die hierbei erfolgende Durchschreitung des Nullwertes in den klimatischen Werten entsprechend zum Ausdruck käme. Es würde aber doch unpassend sein, ein paar Übergangsmonate als Träger von für die Roterdebildung bedeutungslosen Zwischenstufen der Regen- und Wärmeentwicklung bei der Bestimmung der Werte von R und T für die kühlere und wärmere Jahreszeit ganz wegzulassen.

Der Schnitt durch das Jahr war zwischen September und Oktober zu legen, da in diese Zeit im größeren Teile des Mittelmeeres das jähe Ende der Sommerdürre fällt, wie man aus folgender Reihe der zwischenmonatlichen numerischen Änderungen der relativen Regenmengen im Mediterrangebiete ersieht:

D.—J.	J.—F.	F.—M.	M.—A.	A.—M.	M.—J.
3·4	3·1	2·5	3·0	1·7	2·0
J.—J.	**J.—A.**	**A.—S.**	**S.—O.**	**O.—N.**	**N.—D.**
1·6	1·4	3·4	6·7	4·1	2·1

Bei dieser Scheidung bleiben die Monate mit geringer örtlicher Veränderlichkeit der Regenmenge beisammen (nur der Oktober ist noch sehr veränderlich), wie folgende aus 30 quer über das Mediterrangebiet genommenen Stationen abgeleitete Mittelwerte bezeugen:

J.	F.	M.	A.	M.	J.
12·5	7·3	10·5	18·3	29·4	30·9
J.	A.	S.	O.	N.	D.
29·2	26·9	23·8	23·2	11·5	13·7

Zunächst wurde der Wert von $\sqrt{R_W}\, T_S$ für 30 über den mittleren Teil des mediterranen Beckens verteilte Orte bestimmt. Hier läßt sich über eine breite Gebietszone, vom Südalpenrande bis zur Nordsyrte hin, ein zonales Regenprofil erkennen. Weiter im Westen ist es wegen der relativen Dürre der Südküste Frankreichs und relativen Nässe der Nordküste Afrikas etwas gestört, weiter im Osten ist es in seiner Nord-Süderstreckung verkürzt. Der Wert von $\sqrt{R_W}\, T_S$, er wurde zur Erzielung kleinerer Zahlen durch 100 geteilt, hält sich in jenem Mittelgebiete größtenteils zwischen 4·1 und 5·0, und zwar, was bedeutsam scheint, so, daß sich die durch die Einzelwerte gebildete Zickzacklinie in eine fast horizontale Gerade ausgleicht.

Es wurde dann das besagte Produkt noch für zahlreiche andere Orte am Mittelmeer und für viele Orte in den es umgebenden Ländern bestimmt. Bei dem kleineren Teile der ersteren erhielt ich für $\sqrt{R_W}\, T_S$ auch noch zwischen den genannten Grenzen sich bewegende Werte, für die regenarmen Orte an den Ostküsten Spaniens aber tiefere, für die sehr regenreichen Plätze an der Nordküste Afrikas, an der Westküste der Balkanhalbinsel und an den Küsten Syriens und Anatoliens aber zwischen 5 und 6 liegende, in Einzelfällen selbst über letztere Zahl hinausgehende Werte.

Für die Stationen in der algerischen Sahara und in den Salzsteppen Spaniens, für jene im Innern und im Norden der Alpen und im Stamme der Balkanhalbinsel sowie für jene an den atlantischen Küsten wurden dagegen größtenteils unter 3·0 liegende Werte jenes Produktes erzielt. Derart würde sich die Schwelle $\sqrt{R_W}\, T_S > 4 \cdot 1$ als klimatische Kennzeichnung der Roterdebildung eignen, wüchse nicht dieses Produkt auf den sehr regenreichen Plätzen doch weit über diesen Schwellenwert hinaus.

Eine Division des Produktes durch das Produkt $T_W \sqrt{R_S}$ empfahl sich aber nicht. Während sich die durch die Werte von

$\sqrt{R_W}\,T_S$ quer über das Mittelmeer gebildete Zickzacklinie zu einer fast wagrechten Geraden ausgleicht, glättet sich die Verbindungslinie der Werte von $\sqrt{R_S}\,T_W$ in eine sich südwärts hinabkrümmende Linie aus. Dem entspricht eine Emporbiegung der Ausgleichslinie des Quotienten $\frac{\sqrt{R_W}\,T_S}{T_W\sqrt{R_S}}$. Während sich derselbe zwischen dem Südrande der Alpen und Süditalien zwischen 2·4 und 3·0 hält, steigt er in Sizilien bis über 3·4 an, ohne in den nordafrikanischen Wüsten unter die Werte im Mittelmeerbecken zu sinken. Jenseits der Nordgrenze des Gebietes fallen die Werte von $T_W\sqrt{R_S}$ so ab, daß der besagte Quotient auch steigt. Ist dort, im Süden, sein Wachstum durch die rasche Abnahme von R_S bedingt, so erfolgt es hier durch das Absinken von T_W. Dieses wirkt sich in der Wertgestaltung des Quotienten sogar noch stärker aus und nordwärts der Alpen erreicht der Quotient $\frac{\sqrt{R_W}\,T_S}{T_W\sqrt{R_S}}$ höhere Werte als im südlichsten Mittelmeer. Es macht sich da schon die Zählung der Temperaturen vom Nullpunkte ab störend fühlbar.

Für die regenreichen Stationen an der Nordküste Mauretaniens und an der Westküste der Balkanhalbinsel wird durch die Wahl des eben genannten Quotienten die dort erwünschte Verkleinerung des klimatischen Kennzeichenwertes allerdings erreicht. Im südöstlichen Mittelmeer bleibt dieser Wert aber sehr hoch. So spricht die rechnerische Prüfung — konform dem Ergebnisse der pedologischen Betrachtung — nicht dafür, daß die Wintertemperatur und Sommerregenmenge (beziehungsweise deren Quadratwurzel) die Terra rossa-Bildung in einer ihren reziproken Werten proportionalen Weise beeinflussen.

Es war nun aber noch die Einführung der für die Roterdebildung ungünstigen klimatischen Wirkungen als Subtrahend statt als Divisor zu erwägen. Sie erschien prinzipiell kaum statthaft, konnte aber den Vorteil bieten, als Schwellenwert den Nullwert einer Differenz zu erhalten. Sie erheischte aber auch die Bestimmung zweier Konstanten, da sich die Produkte $\sqrt{R_W}\,T_S$ und $\sqrt{R_S}\,T_W$ nicht unmittelbar durch das Minuszeichen verbinden lassen.

Aus 45 Stationen mit zwischen 4 und 5 sich haltenden Werten von $\sqrt{R_W}\,T_S$ erhielt ich so die Gleichung:

$$1 = 0{\cdot}215\,\sqrt{R_W}\,T_S + 0{\cdot}019\,\sqrt{R_S}\,T_W;$$

aus 30 Orten mit zwischen 3·7 und 4 und zwischen 4 und 4·5 gelegenen Werten von $\sqrt{R_W}\,T_S$ die Gleichung:

$$1 = 0{\cdot}203\,\sqrt{R_W}\,T_S + 0{\cdot}027\,\sqrt{R_S}\,T_W.$$

Alle 75 in Betracht gezogenen Stationen ergaben:

$$1 = 0 \cdot 204 \sqrt{R_W}\, T_S + 0 \cdot 040 \sqrt{R_S}\, T_W.$$

Der rechnerische Ausgleich brachte so ein dem gesuchten widerstrebendes Ergebnis. Schon bei den inneren Werten erscheint das Produkt aus Sommerregen und Wintertemperatur als ein wenn auch in geringem Maße bildungsfördernder Einfluß. In der dritten Gleichung wächst er als solcher bis zum fünften Teil der Wirkung von $\sqrt{R_W}\, T_S$ an. Das Erscheinen eines dem erwarteten entgegengesetzten Vorzeichens ist allemal ein Wink, daß es sich um einen Zwangsausgleich handelt und nicht um den naturgemäßen analytischen Ausdruck für einen Sachverhalt. So scheint auch die Differenzrechnung das Resultat der pedologischen Betrachtung, daß sich bei der Wintertemperatur und Sommerregenmenge die für die Roterdebildung nachteiligen und günstigen Einflüsse annähernd die Wage halten, zu erhärten.

So blieb von einfachen Mitteln, das stärkere Emporragen einzelner Werte über deren Mehrzahl zu umgehen, nur eine höhere Wurzelziehung aus R_W. Mag man im allgemeinen auf physikalischem Gebiete wohl geneigt sein, das im Vergleich zu einer anderen langsamere Wachstum einer Größe durch ihre Einführung als Quadratwurzel auszudrücken, so wird man doch zu höherer Wurzelziehung nur dann schreiten, wenn sie durch das physikalische Experiment geradezu gefordert scheint. Andernfalls würde man sich hier, fremden Tadel nicht abwartend, selbst den Vorwurf machen, durch eine Gewaltmaßregel ein besseres Zusammenstimmen von Werten erzwungen zu haben. Vielleicht könnte man aber sagen, daß die dritte Wurzelziehung die äußerste Grenze bezeichne, bis zu welcher dieser Vorwurf noch nicht zu erheben sei. Jedenfalls ist dann gerade die Einführung der Regenmenge in eine pedoklimatische Formel der Fall, in welchem man hier bis zur äußersten zulässigen Grenze gehen darf. So wurden denn auch die Werte von $\sqrt[3]{R_W}\, T_S$ bestimmt.

Die so gewonnenen Werte sind — gleichfalls durch 100 geteilt — in der Tabelle angeführt. Als Schwelle ergibt sich hier etwa 1·5; ein Großteil der Werte liegt zwischen dieser Zahl und 1·8. An den sehr regenreichen Orten wird aber die Zahl 2·0 noch überschritten und es erscheint so der Spielraum gegenüber den Werten von $\sqrt{R_W}\, T_S$ nicht erheblich eingeschränkt. Die Größenverhältnisse sind etwas geändert, weil nun T_S auf die Wertgestaltung größeren Einfluß nimmt. Auf der Meseta und im nördlichen Alpenvorland gehen die Werte von $\sqrt[3]{R_W}\, T_S$ unter 1·0 hinab. Das Produkt der Schwellenwerte der Faktoren ist 1·24; es kommt demnach wie bei dem Quadratwurzelausdruck unterhalb des Schwellenwertes des Produktes zu liegen. Bleibt da ein stärkeres Aufragen mancher

Werte über den Schwellenwert dennoch bestehen, so wäre es wohl als Ausdruck einer örtlich gesteigerten Roterdebildung anzusehen. Gibt sich eine solche nicht deutlich kund, so käme in Betracht, daß — soweit es sich um gebirgige Küsten handelt — der vermehrte Ablauf von Regenwasser auch eine stärkere Abspülung der Terra rossa bedingen kann.

Als Zeichen eines noch stattfindenden Vorschreitens zu vollkommenster Ausbildung wird man ein stärkeres Aufragen über den Schwellenwert nicht deuten, wobei eine in wechselndem Maße erfolgende geringe oder mäßige Überschreitung der Schwelle überhaupt nicht auf Verschiedenheiten der Ausbildung zu beziehen wäre und nur als fallweise Abweichung zu gelten hätte. Gleichwie es eine Wertstreuung zu beiden Seiten eines Mittelwertes gibt, kann es auch eine einseitige Wertestreuung oberhalb eines Schwellenwertes geben. In einem solchen Fall den Schwellenwert hinaufrücken, so daß eine beiderseitige Wertestreuung Platz griffe, hieße ihm den Sinn eines Mittelwertes geben.

Der hier angenommene Schwellenwert entspricht der gewohnten Vorstellung, welche die Terra rossa bis hart an die Grenzen des Mediterrangebietes, im Norden somit bis an die Umrandung der Adria, reichen läßt. Bei meinen langjährigen geologischen Detailaufnahmen in Dalmatien gewann ich den Eindruck, daß — von Ausnahmen abgesehen — die Erde auf den mitteldalmatischen Inseln eine rötere Farbe hat als auf dem benachbarten Festlande und daß sie auf diesem mit zunehmender Seehöhe allmählich braun wird.

Im Rahmen der Grundvorstellungen, die man sich über die Roterdebildung auf Kalk machen kann, sollte der Schwellenwert die Erreichung des Endzustandes bezeichnen, in welchem der Humus bis zur Gänze zersetzt wird und das Eisen in seiner Gesamtheit ungelöst bleibt. Würde die Erde von ausgesprochen tiefroter Farbe wie sie im Bereiche der rein entfalteten Macchienflora sich zeigt, im vorgedachten Sinne voll entwickelte Terra rossa sein, so wäre die Verbindungslinie der Schwellenwerte von den Rändern des mediterranen Gebietes etwas nach innen zu rücken und fiele die braunrote Erde im Gürtel der pontischen Flora einer Übergangszone zur Braunerde im Gebiete der Rotbuchen auf den Gebirgen Dalmatiens zu. Die Gegenden mit sehr hohen Werten des Produktes $R_W{}^c\, T_S$ sind aber räumlich beschränkt und es wäre darum unpassend, nur sie als Träger vollkommen entwickelter Roterde anzusehen. So sind diese hohen Werte wohl nur auf eine quantitative und nicht auf eine noch qualitative Steigerung der Roterdeentwicklung zu beziehen.

Die beigegebene Tabelle enthält die Halbjahrswerte der Regenmenge und Luftwärme, die Produkte $\sqrt{R_W}\, T_S$ und $\sqrt{R_S}\, T_W$, den Quotienten derselben und das Produkt $\sqrt[3]{R_W}\, T_S$ für 185 Orte am

	Rw	Rs	Tw	Ts	$\sqrt{Rw}\,Ts$	$\sqrt{Rs}\,Tw$	$\frac{\sqrt{Rw}\,Ts}{\sqrt{Rs}\,Tw}$	$\sqrt[3]{Rw}\,Ts$
Kap Juby	94	11	17·6	19·3	1·87	0·58	3·21	0·88
Mogador......	293	41	16·0	19·3	3·30	1·02	3·23	1·28
Safi	385	55	15·1	21·4	4·20	1·12	3·75	1·56
Casablanca	330	93	14·5	20·1	3·65	1·40	2·61	1·39
Kap Spartel ...	646	154	14·9	20·4	5·18	1·85	2·80	1·76
Tanger	659	178	14·7	21·2	5·44	1·96	2·78	1·85
Marrakesch....	172	65	14·8	24·5	3·21	1·19	2·69	1·36
Oran	461	115	13·7	21·4	4·60	1·47	3·13	1·65
Algier	620	145	14·9	21·8	5·43	1·79	3·03	1·86
La Calle	644	165	14·4	22·1	5·61	1·85	3·03	1·91
Tlemcen	458	204	11·3	20·5	4·39	1·61	2·72	1·58
Aumale	348	240	8·9	20·4	3·81	1·38	2·76	1·44
Constantine ...	382	179	9·7	20·9	4·09	1·30	3·15	1·52
Geryville	223	165	7·2	19·8	2·96	0·92	3·20	1·20
Laghouat	107	81	10·6	23·4	2·42	0·95	2 54	1·11
Batna	280	165	7·8	20·4	3·41	1·00	3·41	1·33
Biskra	99	78	14·3	27·1	2·70	1·26	2·14	1·25
Ghardaia	81	22	13·1	27·8	2·50	0·61	4·07	1·20
Ayata	75	30	13·7	27·4	2·37	0·75	3·16	1·12
Bizerta	501	141	14·0	21·7	4·86	1·65	2·95	1·72
Tunis	329	126	13·3	22·5	4·08	1·49	2·73	1·55
Ain Draham ...	1262	388	9·5	18·7	6·64	1·87	3·55	2·02
Sousa	281	125	14·6	22·7	3·81	1·63	2·33	1·49
Kairouan......	215	128	14·1	24·2	3·55	1·60	2·22	1·45
Gabes	142	41	15·1	24·0	2·86	0·97	2·96	1·25
Tozeur	70	40	15·0	27·9	2·34	0·95	2·46	1·15
Tripoli........	378	36	16·0	23·4	4·55	0·96	4·74	1·69
Benghasi	264	10	16·9	23·7	3·85	5·34	7·20	1·52
Alexandrien ...	214	6	17·4	23·3	3·41	0·43	8·00	1·39
Port Said	76	6	17·3	23·9	2·08	0·42	4·92	1·01
Kairo.........	29	3	16·3	26·0	1·40	0·28	4·96	0·80
Hebron	599	52	11·0	19·8	4·85	0·79	6·11	1·67
Jerusalem	611	47	11·4	20·5	5·07	0·78	6·48	1·74
Tiberias.......	469	31	17·8	27·2	5·89	0·99	5·94	2·21
Nazareth	656	32	14·7	22·3	5·71	0·83	6·88	1·94
Gaza	403	17	16·0	23·5	4·72	0·66	7·15	1·74
Sarona	495	25	15·7	23·9	5·32	0·79	6·77	1·89
Haifa	640	39	16·4	24·2	6·12	1·02	5·98	2·09
Beyrut	823	83	16·8	24·0	6·89	1·53	4·50	2·25
Bagdad	197	30	14·7	29·0	4·07	0·81	5·06	1·69
Diarbekir......	372	116	7·5	24·5	4·73	0·81	5·85	1·76
Charput.......	530	131	2·2	19·0	4·38	0·25	17·37	1·54
Mezere	283	160	3·1	19·6	3·30	0·39	8·41	1·29

	R_W	R_S	T_W	T_S	$\sqrt{R_W T_S}$	$\sqrt{R_S T_W}$	$\frac{\sqrt{R_W T_S}}{\sqrt{R_S T_W}}$	$\sqrt[3]{R_W T_S}$
Urfa..........	335	56	10·5	25·8	4·72	0·79	6·01	1·79
Adana........	474	136	14·4	25·4	5·53	1·68	3·29	1·98
El Kereje	1405	200	9·5	19·2	7·20	1·34	5·36	2·15
Papho	459	44	15·5	23·1	4·95	1·03	4·81	1·78
Larnaca.......	313	43	15·6	24·3	4·30	1·02	4·20	1·65
Nikosia	295	70	13·5	24·2	4·16	1·13	3·68	1·61
Kyrenia	490	54	15·5	24·4	5·40	1·14	4·74	1·92
Smyrna	541	112	11·6	22·5	5·23	1·23	4·26	1·83
Thera	314	48	13·5	21·2	3·76	0·94	4·02	1·44
Athen	302	88	12·3	22·9	3·98	1·15	3·45	1·54
Patras	548	145	13·8	23·0	5·38	1·66	3·24	1·88
Korfu.........	1044	270	13·3	22·4	7·24	2·19	3·31	2·27
Lecce	417	201	12·1	21·2	4·33	1·72	2·52	1·58
Potenza.......	381	257	6·3	16·2	3·16	1·01	3·13	1·17
Foggia........	267	198	10·1	21·3	3·48	1·42	2·45	1·37
Aquila........	372	295	5·3	17·1	3·30	0·91	3·62	1·23
Rom	526	277	10·1	20·6	4·73	1·68	2·81	1·66
Neapel........	569	263	11·2	20·3	4·84	1·82	2·67	1·68
Palermo.......	580	176	13·5	21·1	5·08	1·79	2·84	1·76
Girgenti.......	412	100	12·4	21·1	4·28	1·24	3·46	1·57
Caltanisetta....	436	150	9·8	20·1	4·20	1·20	3·50	1·52
Riposto	564	153	14·2	22·3	5·30	1·76	3·02	1·84
Catania	433	100	14·0	22·5	4·68	1·40	3·35	1·70
Malta	454	79	14·5	21·2	4·52	1·29	3·51	1·63
Sassari	416	187	11·5	20·2	4·12	1·57	2·62	1·51
Mahon	455	194	12·6	19·9	4·25	1·76	2·42	1·53
Palma	294	159	12·7	20·9	3·58	1·60	2·24	1·39
Valencia	286	200	12·2	20·1	3·40	1·73	1·97	1·32
Murcia	221	159	13·3	22·1	3·29	1·68	1·96	1·34
Granada	316	185	9·3	20·2	3·59	1·27	2·84	1·38
Gibraltar......	661	161	14·1	20·6	5·30	1·79	2·96	1·80
Cadix	576	168	13·7	20·7	4·97	1·78	2·80	1·72
Sevilla........	343	128	14·5	24·8	4·59	1·64	2·80	1·74
Campo major..	373	187	11·2	20·8	4·02	1·53	2·62	1·50
Lissabon......	545	181	12·2	18·5	4·32	1·64	2·63	1·51
Coimbra	588	326	11·3	18·0	4·37	2·04	2·14	1·51
S. Estrella.....	2049	902	3·4	11·4	5·16	1·02	5·05	1·45
Guarda	592	306	5·2	14·2	3·46	0·91	3·80	1·19
Porto.........	846	380	11·0	17·3	5·03	2·14	2·35	1·64
Santiago	1078	574	9·4	15·9	5·22	2·25	2·32	1·63
Oviedo	539	396	8·8	14·8	3·44	1·75	1·96	1·20
Bilbao	755	492	10·7	17·5	4·81	2·37	2·03	1·59
Burgos	289	274	4·6	14·2	2·41	0·76	3·17	0·94

	Rw	Rs	Tw	Ts	$\sqrt{Rw\,Ts}$	$\sqrt{Rs}\,Tw$	$\frac{\sqrt{Rw}\,Ts}{\sqrt{Rs}\,Tw}$	$\sqrt[3]{Rw\,Ts}$
Valladolid	166	147	5·6	16·8	2·17	0·68	3·17	0·92
Salamanca	153	134	6·3	17·4	2·15	0·73	2·95	0 93
Madrid.	240	179	7·5	19·0	2·94	1·00	2·94	1·18
Zaragossa.....	146	168	8·4	19·8	2·39	1·09	2·20	1·04
Huesca	272	319	6·7	17·5	2·89	1·20	2·41	1·13
Barcelona	275	262	10·9	19·5	3·23	1·76	1·83	1·27
Perpignan	313	235	9·5	18·9	3·34	1·46	2·30	1·28
Montpellier	446	324	8·2	18·6	3·93	1·48	2·66	1·42
Marseille......	332	216	9·0	18·6	3·39	1·32	2·56	1·29
Cannes	536	261	10·5	19·4	4·49	1·70	2·65	1·58
Nizza	540	317	10·5	19·5	4·53	1·87	2·42	1·59
Mentone	524	292	10·0	19·1	4·37	1·71	2·56	1·54
Porto Maurizio	501	277	11·0	19·9	4·46	1·83	2·43	1·58
Genua	826	488	10·7	20·4	5·86	2·36	2·48	1·91
Turin.........	345	514	5·1	18·6	3·46	1·16	2·99	1·30
Alessandria....	353	295	5·0	19·2	3·61	0·86	4·20	1·36
Mailand.......	493	514	5·5	19·4	4·31	1·25	3·45	1·53
Brescia	437	562	6·3	19·6	4·10	1·49	2·74	1·49
Piacenza	422	368	5·0	19·3	3·97	0·96	4·13	1·45
Livorno.......	475	311	10·4	20·4	4·89	1·83	2·67	1·70
Florenz	509	380	8·6	20·1	4·54	1·68	2·71	1·61
Siena	421	355	8·0	19·1	3·92	1·51	2·60	1·43
Urbino	577	480	6·2	18·1	4·35	1·36	3·20	1·51
Ancona	394	281	9·6	21·2	4·21	1·61	2·62	1·55
Bologna	347	321	6·4	19·9	3·71	1·15	3·23	1·40
Venedig.......	340	410	7·1	20·2	3·73	1·44	2·59	1·41
Padua	404	452	6·2	19·4	3·90	1·32	2·96	1·43
Vicenza	582	626	6·2	19·5	4·70	1·55	3·03	1·63
Ala	438	607	5·5	18·3	3·83	1·36	2·83	1·39
Riva..........	484	633	6·8	18·9	4·16	1·71	2·43	1·48
Villa Carlotta ..	815	847	6·9	17·6	5·03	2·01	2·50	1·64
Rovereto	474	628	5·4	18·6	4·05	1·35	2·99	1·45
Trient	438	607	4·7	18·6	3·89	1·16	3·36	1·41
Belluno	520	767	3·9	16·8	3·83	1·08	3·55	1·35
Udine	675	873	6·8	19·1	4·96	2·01	2·47	1·68
Görz	753	860	6·8	19·1	5·24	1·99	2·63	1·74
Laibach.......	608	805	2·3	15·7	3·87	0·65	5·93	1·33
Triest	522	566	7·6	19·0	4·34	1·81	2·40	1·53
Fiume	869	749	8·3	19·0	5·60	2·27	2·47	1·81
Mitterburg.....	610	597	5·3	17·2	4·25	1·30	3·23	1·46
Pola..........	481	421	8·4	19·6	4·30	1·73	2·49	1·54
Lussin	595	413	10·2	20·5	5·00	2·07	2·41	1·72
Zara	502	337	9·8	20·8	4·66	1·80	2·59	1·65

	Rw	Rs	Tw	Ts	$\sqrt{Rw}\ Ts$	$\sqrt{Rs}\ Tw$	$\frac{\sqrt{Rw}\ Ts}{\sqrt{Rs}\ Tw}$	$\sqrt[3]{Rw}\ Ts$
Knin	565	510	8·6	20·6	4·90	1·94	2·52	1·70
Sebenico	472	330	10·0	21·1	4·59	1·82	2·52	1·64
Spalato	523	354	10·3	21.1	4·83	1·94	2·49	1·70
Lesina	535	263	11·6	21·1	4·88	1·88	2·59	1·71
Ragusa	1024	476	11·8	21·1	6·75	2·58	2·62	2·13
Skutari	999	415	8·7	21·1	6·67	1·77	3·76	2·11
Valona	799	290	12·2	21·5	6·01	2·08	2·93	2·00
Sarajevo	442	400	2·4	15·7	3·30	4·80	6·88	1·20
Mostar	732	503	9·1	21·3	5·76	2·04	2·82	1·92
Üsküb	225	262	4·7	18·9	2·84	0·76	3·73	1·15
Monastir	394	332	5·3	18·2	3·61	0·97	3·74	1·33
Saloniki	226	207	9·8	21·7	3·26	1·41	2·31	1·32
Konstantinopel	506	227	9·1	21·2	4·77	1·37	3·48	1·69
Mersifun	190	247	5·6	17·5	2·41	0·88	2·74	1·01
Trapezunt	508	367	10·5	19·2	4·33	2·01	2·15	1·53
Eriwan	160	161	2·4	20·2	2·56	0·30	8·39	1·10
Tiflis	152	333	5·6	19·9	2·45	1·02	2·40	1·06
Batum	1411	1089	9·7	18·9	7·10	3·10	2·22	2·12
Poti	710	876	9·6	19·4	5·17	2·84	1·82	1·73
Jalta	315	191	7·5	19·3	3·43	1·04	3·31	1·31
Sulina	188	226	4·0	18·0	2·47	0·60	4·10	1·03
Bukarest	229	355	2·5	18·3	2·77	0·47	5·88	1·12
Sofia	258	392	2·4	16·6	2·67	0·48	5·61	1·06
Belgrad	251	368	4·3	18·0	2·85	0·82	3·46	1·14
Marburg	402	675	2·4	15·9	3·19	0·62	5·11	1·17
Graz	267	635	1·4	14·8	2·42	0·35	6·86	0·95
Linz	281	508	1·7	15·1	2·53	0·38	6·61	0·99
Salzburg	407	972	1·6	14·3	2·89	0·50	5·78	1·06
Ischl	625	1060	1·4	14·0	3·50	0·46	7·68	1·20
Villach	466	754	0·2	14·3	3·09	0·05	56·21	1·11
Brixen	208	506	2·1	15·4	2·22	0·47	4·70	0·91
Bozen	273	494	4·9	18·6	3·07	1·09	2·82	0 92
Meran	312	506	5·1	17·9	3·16	1·15	2·76	1·21
Innsbruck	258	549	1·4	14·4	2·31	0·33	7·05	0·92
Rosenheim	315	753	0·9	13·4	2·38	0·25	9·63	0·91
München	320	629	1·1	13·5	2·42	0·28	8·75	0·92
Landshut	270	484	0·9	13·7	2·25	0·20	11·37	0·89
Ingolstadt	230	425	0·4	13·9	2·11	0·08	25·56	0·85
Augsburg	312	537	1·3	13·5	2·39	0·30	7·92	0·92
Ulm	235	427	1·6	13·8	2·12	0·33	6·40	0·85
Bregenz	561	1015	2·4	14·1	3·34	0·76	4·37	1·16
Feldkirch	372	765	2·0	14·4	2·78	0·55	5·02	1·04
Bludenz	444	808	2·4	14·0	2·95	0·68	4·32	1·07

	R_W	R_S	T_W	T_S	$\sqrt{R_W\,T_S}$	$\sqrt{R_S\,T_W}$	$\frac{\sqrt{R_W\,T_S}}{\sqrt{R_S\,T_W}}$	$\sqrt[3]{R_W\,T_S}$
Chur	328	550	2·3	14·2	2·57	0·54	4·77	0·98
Genf	379	474	3·7	15·5	3·02	0·80	3·75	1·12
Besançon	359	402	4·2	15·5	2·94	0·84	3·49	1·10
Lyon	266	416	5·9	17·6	2·87	1·20	2·39	1·13
Toulouse......	343	392	7·4	17·4	3·22	1·47	2·20	1·22
Bayonne	652	510	12·1	17·4	4·44	2·73	1·63	1·51
Bordeaux	459	361	7·6	17·0	3·64	1·44	2·52	1·31
Nantes........	356	275	6·8	15·6	2·94	1·13	2·61	1·11
Kanal Inseln...	474	318	8·0	14·4	3·14	1·43	2·20	1·12
Ventnor.......	412	290	7·3	14·0	2·84	1·24	2·29	1·04
Scilly Inseln ...	620	396	8·9	13·5	3·36	1·77	1·90	1·15
Valentia	880	537	8·1	12·9	3·83	1·88	2·04	1·24
Dublin........	344	341	6·7	12·9	2·39	1·24	1·93	0·90

Mittelmeere und den es umgürtenden Ländern. Die klimatische Heraushebung des Terra rossa-Gebietes erheischte den Einbezug einer großen Zahl solcher perimediterraner Stationen. Die große Veränderlichkeit der Werte in Kolonne VII gegenüber jener in den Kolonnen V und VIII tritt deutlich zutage. Sie ließe sich durch Zählung der Wintertemperaturen von einem passend gewählten negativen Werte ab mildern; doch würde dies eine analoge Zählung der Sommertemperaturen bedingen, die aber nicht vorteilhaft wäre.

Die reichliche Streuung von Stationen im nördlichen Grenzgebiete läßt eine Zunahme der Werte von $\sqrt{R_W\,T_S}$ am südlichen Alpenrande gegenüber dem Gebiete rechts des Po erkennen. Sie käme vielleicht für die Ferretofrage in Betracht. Die Aufnahme einer Anzahl von Stationen im nördlichen Alpenvorlande, dem Verbreitungsgebiete des Blutlehms zeigt, wie sehr die Werte von $\sqrt{R_W\,T_S}$ dort heute hinter dem Schwellenwerte der Roterde zurückbleiben.

Betrachtung der gewonnenen Ergebnisse.

Im vorigen wurden die Grundlinien eines Verfahrens aufgezeigt, das sich bei entsprechender Verfeinerung zu einer pedoklimatischen Analysis gestalten könnte. Von einer Zusammenfassung der entwickelten Gesichtspunkte sei abgesehen, da sie bei der Knappheit der getätigten Erörterung auf eine Wiederholung des Gesagten hinausliefe. Ein paar ergänzende Bemerkungen sind aber angebracht.

Gegenüber anderen klimatischen Kennzeichnungen von Böden erscheint die hier versuchte als ein Fortschritt. Der Brauch, nur die Lage der Böden zwischen unteren und oberen Grenzwerten der Luftwärme und Regenmenge getrennt anzugeben, ist mangelhaft;

es soll auch das Wechselspiel dieser Größen zum Ausdrucke kommen. Die Ableitung von Gleichungen von der Form $T = A - aR$ löst diese Aufgabe aber nicht wunschgemäß. Trägt man die mittleren Jahrestemperaturen und jährlichen Regenmengen im Roterdegebiete als Koordinaten auf, so zeigt sich große Wertestreuung in einer diagonal verlaufenden Zone, in der sich ein mittlerer Gürtel mit reicherer Beschickung heraushebt. Sowohl die Grenzen dieses Gürtels als die der ganzen Zone gleichen sich in zueinander annähernd parallele Gerade aus, wie folgende Reihe bezeugt:

Obere Grenze der ganzen Zone: $t = 22 \cdot 36 - 0 \cdot 0570\, r$
Obere Grenze des inneren Gürtels: $t = 20 \cdot 73 - 0 \cdot 0557\, r$
Untere Grenze des inneren Gürtels: $t = 19 \cdot 43 - 0 \cdot 0575\, r$
Untere Grenze der ganzen Zone: $t = 18 \cdot 77 - 0 \cdot 0644\, r$

Den konstanten Faktoren kommt da aber nur eine formale Bedeutung zu und es bedarf noch der Anführung oberer und unterer Grenzwerte von t und r, innerhalb welcher Formelgültigkeit herrscht. Demgegenüber stellt die bloße Aufzeigung eines Produktes aus Wärme und Regen als Schwellenwert eine sinngemäßere Kennzeichnung dar. Sie vermag die ersterwähnte in einem wichtigen Belange zu ergänzen. Solange man nur die unteren Grenzen von Wärme und Feuchtigkeit anführt, die sich im Bereiche einer Bodenart zeigen, bleibt dem Irrtum das Tor offen, daß diese Bodenart auch beim Zusammentreffen jener Schwellenwerte vorkäme. Gerade solchem Irrtume tritt die Aufzeigung des Wechselspieles der thermischen und hydrometeorischen Einflüsse entgegen. Das Mindestmaß von Winterhalbjahrregen im Terra rossa-Gebiete ist auf 300 *mm* zu veranschlagen, die niedrigste Sommerhalbjahrtemperatur bei 18·5° anzusetzen. Das Produkt $\sqrt{R_W}\, T_S$ aus diesen Werten ist aber erst 3·2, während sich als Schwellenwert der Roterdebildung 4·1 ergab. Man erfährt so, was bei bloßer Anführung der Faktoren unerkannt bleibt, daß sich bei einem Minimalwerte von $R_W = 300$ Terra rossa erst bildet, wenn er sich mit einem Werte von $T_S = 23 \cdot 7°$ verknüpft und daß bei einem Minimalwerte von $T_S = 18 \cdot 5$ Roterdebildung erst eintritt, wenn R_S den Betrag von 490 *mm* erreicht. Ein Ausblick auf die Sachlagen bei anderen Bodenarten zeigt, daß auch da durch die Feststellung des Schwellenwertes des Produktes die aus der Ermittlung der Schwellenwerte der Faktoren geschöpfte Erkenntnis sehr verbessert wird.

Auch für die palaeoklimatische Forschung ist dieser Sachverhalt bedeutsam. Man erkennt da, daß die terrigenen Gesteine im allgemeinen nicht zu einer getrennten Bestimmung von unteren Grenzwerten oder Mittelwerten der vorweltlichen Temperatur und Feuchtigkeit die Hand bieten, sondern der Ausdruck eines Zusammenwirkens dieser Faktoren sind, wobei für jeden derselben eine

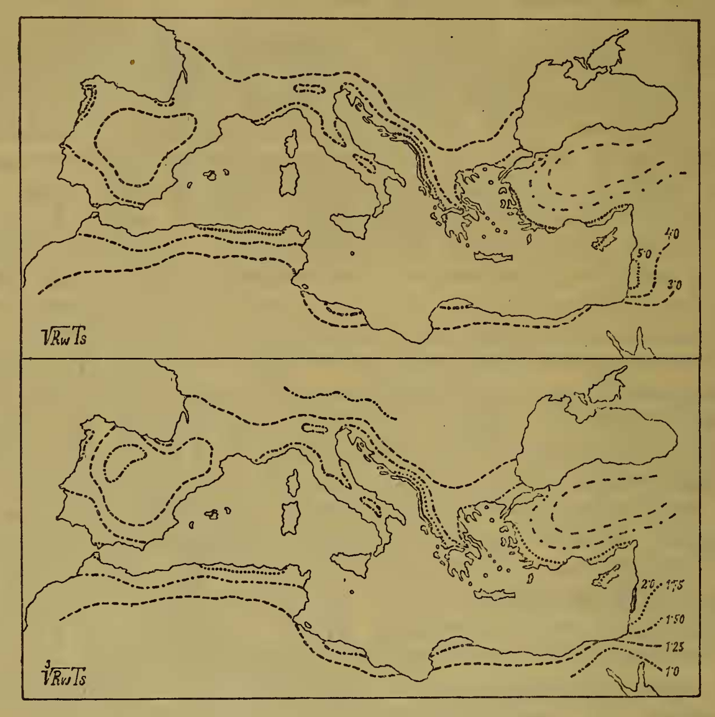
Aussicht, ihn ermitteln zu können, erst winkt, wenn sich der andere auf indirektem Wege schätzen läßt. So könnte man auf Grund der Terra rossa-Formel aus Bauxitlagern im Kalk auf eine bestimmte Vorzeittemperatur und auf eine bestimmte vorweltliche Feuchtigkeit (Regenmenge) erst schließen, wenn sich die andere klimatische Größe auf indirektem Wege ableiten läßt.

Ein ungefähres räumliches Zusammenfallen der sich über einen Schwellenwert erhebenden Produkte von klimatischen Faktoren mit der Verbreitung einer Bodenart erweist noch nicht den Wert dieses Produktes als eines wirklichen klimatischen Kennzeichens des betrachteten Bodens. Zur Erbringung dieses Beweises bedarf es des Gelingens der Gegenprobe, daß jenes Produkt nicht auch anderwärts im Bereiche anderer Böden erreicht wird. Auch hier sind es hohe lokale Werte der Regenmenge, welche die Beweisführung gefährden. Es wurde früher dargelegt, daß man das höhere Aufragen einzelner Werte des Produktes $R_W{}^e T_S$ infolge örtlich stark gesteigerten Niederschlags nicht ganz vermeiden kann, daß ihm aber nicht die Bedeutung einer Durchbrechung des Systems der pedoklimatischen Kennzeichenwerte zukomme. Dann wird man es auch hinnehmen können, wenn in einem Gebiete, für welches das Zurückbleiben jenes Produktes hinter dem Schwellenwerte der Roterde kennzeichnend sein soll, dasselbe an einzelnen Orten mit stark gesteigertem Niederschlag diesen Schwellenwert überragt. So ergeben sich für die dem atlantischen Klimagebiete zufallenden Orte Santiago und Bilbao sowie für die zur pontischen Klimaprovinz zählenden Stationen Poti und Batum weit über die Klimaschwelle der Roterde ansteigende Werte. In allen vier Fällen hat man es aber mit außerordentlich niederschlagsreichen Orten am Fuße hoher Küstengebirge zu tun, die nicht die Durchschnittsverhältnisse der Klimagebiete, denen sie zugehören, zeigen.

Als die Mühe lohnend kann man wohl die kartographische Darstellung der Verbreitungsart des Produktes von Klimafaktoren bezeichnen. Sie weicht von anderen Klimakarten dadurch ab, daß sich bei ihr das Interesse auf eine Linie, auf den Verlauf des Schwellenwertes einer Bodenart konzentriert. Den Linien gleicher Annäherung an diesen Wert kommt keine greifbare reale Bedeutung zu. Im Rahmen einer besonderen vergleichenden Betrachtung ermangelt es aber nicht des Interesses, daß z. B. Geryville (2·96), Madrid (2·94), Nantes (2·94), Besançon (2·94) und Bludenz (2·95) oder Gabes (2·86), Huesca (2·88), Ventnor (2·84), Klagenfurt (2·84) und Belgrad (2·85) als Orte erscheinen, an denen die klimatischen Bedingungen für die Roterdebildung in gleichem Grade unerfüllt sind.

Bei einem solchen Vergleiche würde sich eine Scheidung der unter dem Schwellenwert bleibenden Orte in vier Gruppen ergeben, in solche, an welchen noch die Schwellen der beiden Faktoren überschritten werden, in solche, an welchen das für die Roterde-

bildung erforderliche Mindestmaß von R_W nicht erreicht wird (nordafrikanische Halbwüsten und Wüsten), in solche, an welchen T_S nicht bis zu dem für die Roterdebildung nötigen Mindestwerte ansteigt (atlantisches Gebiet), und in solche, an welchen beide Faktoren hinter ihren unteren Grenzwerten zurückbleiben (Meseta und nörd-



Figurenerklärung.

Oberes Kärtchen: Linien gleichen Wertes des Produktes $\sqrt{R_W}\,T_S$.

Gestrichelte Linie = ... 3·0
Abwechselnd gestrichelte und punktierte Linie = ... 4·0
Punktierte Linie = ... 5·0
Ausgezogene Linie = ... 6·0

Unteres Kärtchen: Linien gleichen Wertes des Produktes $\sqrt[3]{R_W}\,T_S$.

Abwechselnd gestrichelte und doppeltpunktierte Linie = . 1·00
Gestrichelte Linie =.............................. 1·25
Abwechselnd gestrichelte und punktierte Linie = ... 1·50
Punktierte Linie = ... 1·75
Ausgezogene Linie = ... 2·00

liches Alpenvorland). Die Verbindungslinie der Punkte, an welchen das Produkt $R_W{}^e\,T_S$ dem Produkte der Schwellenwerte der Faktoren gleichkommt (in unserem Falle 3·2 und 1·24), eine Linie, die sich in einigem Abstande um die Schwellenlinie des Produktes herumzieht, beansprucht dann neben dieser noch einiges Interesse. Die

zwischen beiden Linien eingeschlossene Fläche stellt einen Vorgürtel des Terra rossa-Gebietes dar.

Bezeichnet man der Kürze halber das Produkt $\sqrt{R_W}\, T_S$ mit P, so ergeben sich folgende mit je einem Beispiele belegte Sachlagen:

$R_W > 300$ $T_S > 18\cdot5$ $3\cdot2 < P < 4\cdot1$
$R_W = 340$ $T_S = 20\cdot2$ $P = 3\cdot73$ [1]

$R_W > 300$ $T_S < 18\cdot5$ $P > 3\cdot2$ $R_W < 300$ $T_S > 18\cdot5$ $P > 3\cdot2$
$R_W = 539$ $T_S = 14\cdot8$ $P = 3\cdot44$ [2] $R_W = 280$ $T_S = 20\cdot4$ $P = 3\cdot41$ [4]

$R_W > 300$ $T_S < 18\cdot5$ $P < 3\cdot2$ $R_W < 300$ $T_S > 18\cdot5$ $P < 3\cdot2$
$R_W = 412$ $T_S = 14\cdot0$ $P = 2\cdot84$ [3] $R_W = 162$ $T_S = 24\cdot0$ $P = 2\cdot86$ [5]

$R_W < 300$ $T_S < 18\cdot5$ $P < 3\cdot2$
$R_W = 166$ $T_S = 16\cdot8$ $P = 2\cdot17$ [6]
$R_W = 208$ $T_S = 15\cdot4$ $P = 2\cdot22$ [7]

Bei wortgetreuer Übertragung könnte man die Linien gleichen Wertes des Produktes von klimatischen Faktoren Isogennemen (von γεννημα = Produkt) nennen. Die Schwellenlinie ließe sich als Isotele, als Verbindungslinie der Orte, an denen die klimatischen Bildungsbedingungen einer Bodenart voll erreicht werden (von τελεῖν = erreichen, erfüllen) bezeichnen. Auf vorstehendem Kärtchen sind diese Linien für die Produkte $\sqrt{R_W}\, T_S$ und $\sqrt[3]{R_W}\, T_S$ dargestellt.

Die Isotele der Terra rossa entspricht mit einigen erklärbaren Ausnahmen ungefähr dem Verlaufe der Isogenneme $4\cdot0$ von $\sqrt{R_W}\, T_S$ und dem der Isogenneme $1\cdot5$ von $\sqrt[3]{R_W}\, T_S$. Nach Ramann's pedologischem Kärtchen Europas schiebt sich in Hispanien zwischen die humosen Böden des atlantischen Küstensaumes und die Salzsteppen des Ostens ein breiter Streifen von Terra rossa ein. Die dortigen klimatischen Verhältnisse machen es unwahrscheinlich, daß dort eine der typischen Roterde der Mittelmeerküsten gleichende Bodenart herrsche. Die vorgeschobene Insel am Südalpenrande entspricht beiläufig dem Verbreitungsgebiet des Ferreto.

Die Frage nach der Harmonie der Terra rossa.

Im Rahmen der hier vorgetragenen Anschauungen wäre die Frage, ob die Terra rossa eine harmonische Bodenbildung sei, jeweils nur in bezug auf ihre Menge zu stellen. Es könnte fraglich sein, ob sich bei dem heutigen Klima solche Mengen von Roterde wie sie jetzt vorkommen, hätten bilden können. Es wäre aber zu

---

[1] Venedig, [2] Oviedo, [3] Ventnor, [4] Batna, [5] Gabes, [6] Valladolid, [7] Brixen.

bejahen, daß bei dem Klima von heute überhaupt Roterde von der Art wie sie jetzt auftritt, zu entstehen vermag. Stache,[1] der Hauptbegründer der geologischen Erforschung der ostadriatischen Küstenländer vertrat lebhaft die Ansicht, daß die Roterdedecken in Norddalmatien und in Südistrien (Istria rossa) aus altquartärer und tertiärer Zeit stammen und er sah das Klima der Jetztzeit als zur Bildung unlöslicher Rückstände aus Kalken sehr ungeeignet an, wobei ihm als Beweis die günstige Erhaltung antiker Inschriften diente. Es ist aber kaum zu bezweifeln, daß der natürliche Kalkfels durch die in seinem Spaltengewirre sich stetig vollziehende, teils nach unten, teils nach oben gerichtete Feuchtigkeitswanderung doch wesentlich stärker angegriffen wird als ein oberflächlich in Erde und Schutt vergrabener römischer Marmorblock.

Hält man an einer wenigstens mäßigen Eignung des heutigen durchschnittlichen Mittelmeerklimas für die Roterdebildung fest, so wäre zur Erklärung großer Terra rossa-Lager an den sehr langen Bestand eines Klimas von der Art des heutigen oder an eine frühere schärfere Ausprägung des Etesienklimas zu denken. Der eindruckvollste Zeuge einer sehr langen Dauer des jüngsten Abschnittes der Erdgeschichte ist die Vergrößerung des pliozänen Mittelmeeres zu seinem heutigen Umfang. Sie kann man sich selbst bei Mitwirkung von Erdbeben und Einbruchskatastrophen gewaltigster Art nur als Ergebnis einer sehr langen Zeitspanne vorstellen.

Im Pliozän konnten sich auch über dem verkleinerten aber mehr landumringten Mittelmeer tiefe Winterzyklonen entwickeln, die zu einer starken Konzentration der Regen auf die kühlere Jahreszeit führten. In Ländern, die damals dem Meere ferner lagen, wie Dalmatien, konnte gleichzeitig eine Minderung der Winterregen eintreten und die geologischen Befunde sprechen auch — wie andernorts von mir gezeigt wurde — nicht dafür, daß sich in diesem Lande im Pliozän sehr viel Roterde bildete.[2]

In den quartären Eiszeiten konnten sich bei wieder ausgedehnterem Meere auch tiefe Winterwirbel mit starken Niederschlägen ausbilden, weil nun das umgebende Land kälter als jetzt war; doch blieb damals die zweite Bildungsbedingung der Roterde, die Sommerhitze, unzureichend erfüllt. Darum mußte in den Eiszeiten ein Zurückweichen der Roterde nach Süden erfolgt sein, während für die Interglazial- und Interstadialzeiten E. Kraus aus den Erscheinungen des süddeutschen Blutlehms ein Vordrängen der Terra rossa bis nordwärts der Alpen folgert.[3]

---

[1] Stache, Die liburnische Stufe und deren Grenzhorizonte, p. 70. Abhandl. d. geol. Reichsanstalt, XIII. Bd., 1889.

[2] Bauxite und Braunkohlen als Wertmesser der Tertiärklimate in Dalmatien. Diese Sitz.-Ber., 130 Bd., 1.—3. Heft, 1921.

[3] E. Kraus, Der Blutlehm auf der süddeutschen Niederterrasse als Rest des postglazialen Klimaoptimums. Geognostische Jahreshefte, 34. Jahrg., München, 1921.

Man könnte nun wohl dem vorhin gewonnenen Schwellenwerte als Ausdruck für die Erfüllung der klimatischen Bildungsbedingungen der Terra rossa die Anerkennung versagen, weil er ja aus der heutigen Verbreitung dieser Bodenart abgeleitet ist und so deren Harmonie schon voraussetzt. Diese Nichtanerkennung könnte aber nur die zahlenmäßige Wertung betreffen, denn die Form des Schwellenausdruckes wurde ohne Bezugnahme auf die jetzige Verbreitung der Terra rossa durch Analyse ihrer Bildungsbedingungen erschlossen.

Will man mit Stache das heutige durchschnittliche Mittelmeerklima als zur Terra rossa-Bildung ungeeignet ansehen und nur dem Etesienklima schärfster Ausprägung eine bezügliche Eignung zuschreiben, so kann dies nur mit starker Abweichung von der hier vertretenen Auffassung geschehen. Denn es beinhaltet die Vorstellung, daß einer wachsenden Überschreitung des jetzigen Schwellenwertes die Bildung einer in ihrer Art immer vollkommener werdenden Roterde entspreche, während nach meiner Meinung eine zunehmende Schwellenüberschreitung sich nur in der Mengenzunahme einer qualitativ im wesentlichen gleich bleibenden Roterde auswirken würde. Analysen könnten es klarlegen, ob die Terra rossa auf Korfu, für welches sich wegen der bei hoher Temperatur ungewöhnlich großen Regenmenge und in Beyrut, für welches sich wegen der bei großem Niederschlage sehr hohen Temperatur eine maximale Überschreitung des Schwellenwertes ergibt, auch die in ihrer Art vollkommenst ausgebildete, d. h. humusfreieste und eisenreichste wäre. Man hätte dann zur Erklärung der heutigen Roterde eine nur vormals überschrittene höhere Lage ihres klimatischen Schwellenwertes anzunehmen. Man darf sagen, daß im heutigen Mittelmeere die überhaupt schärfst mögliche Ausprägung des Etesienklimas noch nicht erreicht sei, wenn ihr auch in Orten wie Beyrut schon nahegekommen wird.

Ist dieses Klima in seiner mittleren oder extremen Ausprägung das für die Roterdebildung geeignete, so drängt sich die Frage auf, wieso sich bei der heutigen Festlandsverteilung die durch den Blutlehm bezeugte Roterde nordwärts der Alpen bilden konnte. Ein direktes Übergreifen des mediterranen Klimas über das Gebirge hinweg war kaum möglich, da sich über diesem, auch wenn es gletscherfrei war, eine Neigung zu winterlicher Trockenheit und zu Sommerregen einstellen mußte. Dagegen konnte von Westen her sommerliche Trockenheit ungehemmt vordringen, wenn sich das azorische Hoch durchschnittlich stärker als heute entwickelte, was allerdings zu einem Zurückgreifen auf ein günstigeres Solarklima als Ursache der Zwischeneiszeiten führen würde. Eine fallweise große Ausbreitung der atlantischen Pleiobare kann auch jetzt dem westlichen Mitteleuropa einen sehr regenarmen Sommer bringen (so 1911). Die Nordschweiz und Bayern verspüren manchmal noch die ausklingende Wirkung des azorischen Hochs, wenn das österreichische

Alpenvorland schon in den Einflußbereich der kontinentalen Luftdruckmulde gerät. Bei höherem Luftdrucke in den Roßbreiten und größerem Druckunterschiede gegen das nordatlantische Tief konnte dann vom Ozean her auch eine Zunahme der Winterniederschläge nordwestwärts der Alpen Platz greifen.

Walther[1] ist wegen der von ihm erkannten pedologischen Analogien zwischen Ferreto und Laterit wohl geneigt, auch für die Entstehung des ersteren jenes exzessive Monsunklima verantwortlich zu machen, welches nach seiner Ansicht die Bildung des von ihm für disharmonisch gehaltenen Laterits bedingte. Ein solches Klima hätte sich nicht auf das Verbreitungsgebiet des Ferreto beschränken können und müßte dann auch am Mittelmeer geherrscht haben. Für die Terra rossa-Bildung aus Kalk, die sich als ein von der Lateritbildung sehr verschiedener Vorgang erweist, wäre ein solches Klima aber nicht günstig gewesen.

Wohl sieht man in den von Supan[2] kartographisch dargestellten Sommerregengebieten stärkster Periodizität mit über $30^0/_0$ Regenschwankung Böden, die zu ihrer Bildung viel Wasser brauchen, entwickelt; daß aber dort bei Konzentration des Regenfalles auf ein paar Monate in Form heftigster Güsse viel Wasser für die Bodenbildung wirksam wird, hängt mit der hohen Wärme und dem Reichtum des Regenwassers an salpetriger Säure und Kohlensäure zusammen. Daß die Auflösung der Karstkalke durch einen Fall des Regens in heftigsten Güssen bei hoher zu rascher Verdunstung führender Wärme befördert würde, ist zu bezweifeln. Für diesen Auflösungsvorgang sind Dauerregen bei kühler Luft günstiger. Auch nimmt ja die lösende Kraft CO_2-hältigen Wassers mit steigender Wäime ab; für die Humuszersetzung ist im Etesienklima das Zusammenfallen der Trockenheit mit der heißen Jahreszeit, die auch absolut wärmer ist als der trockene Winter in den Savannen, sehr günstig. Dieser Vorzug gegenüber den Tropen wird in diesen durch die im Vergleich zu den Winterregengebieten hohe Wärme der nassen Jahreszeit vielleicht nur wettgemacht. Auch für die lebhafte Aufwärtsbewegung der im Grundgebirge entstandenen eisenreichen Lösungen durch stark gesteigerte Verdunstung ist ein Zusammenfall der trockeneren und wärmeren Jahreshälfte von Vorteil.

Es ist bekanntlich auf der Nordhalbkugel nur einem besonderen Umstande zuzuschreiben, daß sich jetzt die Winterregen der Subtropenzone nicht mit jener untergeordneten Rolle begnügen, welche den gleichmäßig verteilten Regen im subpolaren Gürtel zukommt, nämlich nur auf die Westränder der Kontinente beschränkte Phänomene zu sein. Jener Umstand, das tiefe Eingreifen des

---

1 Johannes Walther, Das geologische Alter und die Bildung des Laterits. Petermanns geogr. Mitteil., 62. Jahrg., 1916.

2 Alexander Supan, Die Verteilung des Niederschlages auf der festen Erdoberfläche. Petermanns geogr. Mitteil., Ergänzungsheft Nr. 124, Jahrg. 1898, Taf. III.

Mittelmeeres in den altweltlichen Landrumpf, war aber schon in der Diluvialzeit (und jüngeren Tertiärzeit) vorhanden und so wäre es meteorologisch nicht denkbar, daß sich damals im Gebiete des Mittelmeeres ein exzessives Monsunklima gezeigt hätte. Aber selbst wenn es in der Quartärzeit kein Mittelmeer gegeben hätte, so müßte man für dessen jetziges Gebiet — wollte man nicht die Legende vom thermisch uniformen Klima bis in die jüngste Vergangenheit fortspinnen — ein Sommerregenregime mit kaltem Winter annehmen, zwar nicht ein extremes extratropisches Monsunklima wie es in der geographischen Breite des Mittelmeeres einige Dutzend Längengrade weiter ostwärts im nördlichen China entwickelt ist, wohl aber eines ähnlich jenem, wie es in gleicher Breite in Nordamerika herrscht. Ein solches wäre für die Terra rossa-Bildung ungünstig gewesen, weil sich in ihm die Trockenheit mit niedriger Temperatur verknüpft hätte.

Die nichtklimatischen Bildungsbedingungen der Terra rossa.

Einer Überprüfung der auf klimatologischer Basis gewonnenen Werte durch den Bodenbefund tritt der Umstand störend in den Weg, daß die Böden das Ergebnis des Zusammenwirkens klimatischer und nicht klimatischer Einflüsse sind. Beide vereinen sich zu einem Produkte, das Null wird, wenn den einen Faktor dieses Schicksal ereilt. Im Bereiche der tonerdefreien Silikate (Peridotitstöcke und ihre Verwitterungsserpentine) und auf fluviatilen und marinen Quarzsanden fehlt Roterde, auch wenn ihre klimatischen Bildungsbedingungen voll erfüllt sind.

Sie fehlt im Tertiärflysch der ostadriatischen Küstenländer, obschon dieser reich an Tonerde ist (Zementmergel) und viel Eisen enthält, jedoch als Oxydul, was sich in der blaugrauen Farbe des frischen Gesteins kundgibt. Für die Eignung der Karstkalke zur Terra rossa-Erzeugung möchte ich auf Grund meiner langjährigen aufnahmsgeologischen Erfahrungen in Dalmatien nachstehende Reihenfolge erkennen:

Rudistenkalk, unterkretazischer Caprinulakalk und ladinischer Gyroporellenkalk;
Milioliden-, Alveolinen- und Nummulitenkalk;
unterturonischer Requienien- und Nerineenkalk;
mittelmesozoische Kalke (Megalodontenkalk, Lithiotiskalk, Kalk des Mitteljura, oberjurassischer Cladocoropsiskalk).

Der Rudistenkalk ist das Gestein, auf welchem sich jene Terra rossa bildete, die den protozänen Bauxit Dalmatiens schuf, wogegen der mitteleozäne Bauxit dieses Landes zum Teil aus auf Alveolinenkalk gebildeter Terra rossa entstand. Die vorgenannten Abstufungen sprechen nicht zugunsten der Ansicht, daß die Terra rossa eine disharmonische Bildung sei.

Deutlich ist der Unterschied zwischen den Roterdeentwicklungen im oberen und mittleren Kreidekalk, weil beide große

Flächen einnehmen. Der letztere ist schwach bituminös und dicht, der erstere rein weiß und subkrystallinisch. Gelegentliches Vorkommen einer sehr zarten roten Durchäderung ist schon eine sekundäre Erscheinung, eine Erfüllung feinster Haarrisse mit ausgefälltem Eisenhydroxyd. Das Eisen kann so nur als Karbonat beigemischt sein. Lokale, jedoch sehr seltene Beimengungen von Eisenoxyd verraten sich sofort durch schwach pfirsichblütrote Farbe. Der Eisengehalt ist verschieden. Allen Besuchern Attikas ist der Unterschied zwischen den aus laurischem Marmor gemeißelten, weiß gebliebenen Säulen des Athenetempels auf Sunion und den goldgelb überkrusteten Säulen des Parthenons und Theseions aus pentelischem Marmor bekannt.

Die Roterde in den nicht verkarsteten Dolomitgebieten Dalmatiens weicht von jener in den Karrenfeldern ab. Manchmal ist sie mit Dolomitgrus vermengt. Das Eisen scheint im Dolomit (wie im Kalk) feinst verteilt zu sein und sich niemals mineralisch zu konzentrieren, denn Ankerit und Siderit sind in Dalmatien unbekannt. Die Gründe, welche gegen die Annahme Blanck's, daß das Eisen der Terra rossa nicht aus dem Kalk stamme, sprechen, habe ich l. c. dargelegt. Außer der chemischen Beschaffenheit mögen auch die Textur und Struktur des Kalkes, insofern sie eine mehr oder minder große Zerklüftung bedingen und die Tektonik, indem sie das Maß der Gesteinszerrüttung bestimmt, auf die Terra rossa-Bildung von Einfluß sein.

Die Roterdebildung aus eisenhaltigen Tonerdesilikaten läßt sich bei der völligen Verschiedenheit des Vorganges mit jener aus Kalk nicht näher vergleichen.[1] Vermutlich erfolgt auch sie in verschiedenen Gesteinen in ungleichem Maße, ohne daß sie dem Gehalt an den beiden Sesquioxyden proportional wäre. Jedenfalls spielt sie im Mittelmeergebiete eine geringere Rolle als die Roterdebildung auf Kalk. Ramann fand, daß — soweit verfolgbar — die Terra rossa auf Kalk am weitesten nordwärts gehe. Dies ließe sich dahin deuten, daß der klimatische Schwellenwert für die Roterdebildung auf Kalk tiefer liege als für jene aus Silikaten.

Nach all dem steht nicht zu erwarten, daß besonders günstigen klimatischen Bildungsbedingungen auch stets eine gesteigerte Roterdeentwicklung entspräche. Auch kann sich die Umgrenzung des Terra rossa-Gebietes nicht an einen bestimmten Wert von $R_W{}^e\,T_S$ binden; es handelt sich da, wie schon erwähnt, um eine Schwelle mit einseitiger Wertestreuung nach oben. Diese Umstände können aber den Wert und Nutzen von Untersuchungen wie die hier durchgeführte nicht schmälern.

---

[1] Es wäre zu wünschen, daß die Bezeichnung Terra rossa auf die auf Kalk gebildeten Eluvien eingeengt und nur mit Karstroterde verdeutscht würde. Ebenso hätten die Karstgeologen den Wunsch, daß der Begriff Bauxit nach der Genesis des namengebenden Vorkommens auf die aus vorweltlicher Terra rossa entstandenen Tonerdehydrate beschränkt würde.